公路沥青路面施工质量影响因素及施工工艺优化研究

张天晓

黑龙江沐枫建设工程有限公司　黑龙江　双鸭山　155100

摘　要：公路沥青路面施工质量直接关系到道路使用寿命与行车安全。本文从工程实践出发，系统梳理沥青路面施工过程中的关键质量影响因素，探讨原材料品质、施工温度控制、碾压工艺参数及现场施工管理等环节对路面性能的作用机制，并针对性提出切实可行的工艺优化策略。研究表明，原材料品质波动、施工温度管控不严、碾压工艺参数失配以及现场管理不到位是导致沥青路面早期损坏的主要原因。通过优化材料配比设计、精准控制施工温度区间、规范碾压作业流程和完善现场质量管理体系，可有效提升沥青路面施工质量，减少早期病害发生，延长道路服役寿命，为公路建设质量管理提供参考依据。

关键词：沥青路面；施工质量；影响因素；工艺优化；温度控制

引言

随着我国公路建设规模的持续扩大，沥青路面凭借行车舒适、噪音低、养护便捷等优势成为高等级公路的主要结构形式，在公路网中的占比不断提升。然而，部分路段在通车后短期内出现车辙、裂缝、松散、坑槽等病害，严重影响道路服务水平与行车安全，也造成了较大的经济损失。这些早期病害的产生往往与施工过程中的质量控制不严直接相关。本文围绕沥青路面施工质量展开研究，系统分析各关键影响因素的作用规律，提出切实可行的施工工艺优化措施，为提升公路建设质量、延长路面使用寿命提供参考。

1 沥青路面施工质量概述

沥青路面是由沥青结合料与矿质集料经拌和、摊铺、碾压成型的路面结构，与水泥混凝土路面相比具有开放交通快、行车振动小、养护修补方便等优势，在高速公路及城市主干道中应用广泛。沥青路面质量体现在结构强度、高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性及平整度等多个方面，各项性能指标之间需要取得合理平衡，任何一项短板都可能成为早期损坏的诱因。从材料组成看，混合料级配设计、沥青标号选择与矿料品质是决定路面性能的基础条件；从施工过程看，拌和均匀性、摊铺连续性与碾压充分性同样对成型质量有重要影响。经过数十年发展，我国公路沥青路面施工已实现全流程机械化，改性沥青等新型材料的推广显著改善了路面使用性能。但与发达国家相比，精细化管理仍有差距，部分施工单位为追求进度在温度控制、碾压遍数等环节把控不严，导致一些路段通车两三年内即出现严重车辙或裂缝[1]。我国幅员辽阔，不同地区气候差异显著，部分项目照搬通用工艺而未结合当地特点，也导致路面提前出现病害。

2 沥青路面施工质量影响因素分析

2.1 原材料质量因素

原材料是沥青路面质量的基础，沥青结合料与矿质集料的品质直接决定了沥青混合料的性能上限。沥青材料方面，标号不符、针入度异常、延度不足等质量问题会直接影响混合料的粘结性能与温度稳定性。部分工程在采购沥青时为控制成本选用低价产品，或在运输储存过程中沥青发生老化变质，导致到场沥青的指标偏离设计要求。集料方面，粗集料的压碎值、磨耗值、粘附性以及细集料的砂当量、棱角性等指标，都会影响混合料的骨架结构与抗变形能力。若粗集料针片状颗粒含量过高，或与沥青的粘附性不满足要求，碾压成型后容易出现集料破碎、沥青膜剥落等问题。矿粉的粒度与亲水系数同样不可忽视，矿粉过粗或亲水系数偏大都会降低沥青胶浆的粘结能力。原材料质量波动还体现在不同批次材料的一致性上，若同一料场不同批次集料的级配差异较大，拌和出的混合料性能就会出现波动，进而造成路面不同路段的质量不均[2]。在实际工程中，原材料质量问题往往具有隐蔽性，仅凭外观难以判断，必须通过严格的进场检验才能发现。

2.2 施工温度控制因素

沥青混合料的施工温度是影响路面成型质量的关键参数，温度过高或过低都会对最终压实效果产生不利影响。拌和环节温度偏高会加速沥青老化，降低混合料的疲劳性能与使用寿命；温度偏低则会导致沥

青裹覆集料不均匀，出现花白料等现象。运输过程中若保温措施不到位，混合料温度下降过快，到现场后可能达不到摊铺与碾压的温度要求。摊铺温度直接影响混合料的和易性与压实特性，温度过低时混合料变硬，摊铺机熨平板难以保持均匀摊铺，碾压时也难以达到规定的压实度。碾压温度的控制尤为关键，初压温度过高容易导致混合料推移、拥包，复压温度下降过快则会使碾压效果大打折扣。不同类型的沥青混合料对温度的敏感程度不同，改性沥青混合料由于粘度较高，需要在更高的温度区间完成碾压作业，温度窗口相对狭窄，一旦把控不当就容易出现压实不足的问题。在实际施工中，温度控制受环境影响较大，大风天气、低温季节都会加速混合料温度损失。

2.3 碾压工艺因素

碾压是沥青路面施工中决定最终压实度与平整度的核心工序，碾压工艺的合理性直接影响路面的成型质量。碾压工艺涉及压路机选型、碾压组合方式、碾压速度、碾压遍数以及碾压温度区间等多个参数。初压阶段通常采用钢轮压路机静压，目的是对混合料进行初步密实与整形；复压是压实的主要环节，需要通过重型轮胎压路机或振动压路机达到规定的压实度；终压则采用钢轮压路机消除轮迹，提高路面平整度。若压路机吨位不足或碾压遍数不够，路面压实度就难以达到设计要求，导致孔隙率偏大、渗水系数超标。碾压速度过快会降低压实效果，过慢则可能造成混合料推移。碾压过程中压路机的起步、转向、停车操作不规范，也会在路面上留下压痕或造成局部变形。碾压路线的选择同样重要，若碾压路线不清晰或出现漏压、过压现象，路面的密实度就会不均匀。过压会使集料破碎、沥青砂浆上浮，导致路面泛油或构造深度不足；漏压则会造成局部压实度偏低。

2.4 施工管理与人员因素

施工管理水平与作业人员素质是保障沥青路面质量的软件要素，对施工过程的规范化运作起着决定性作用。现场管理方面，施工组织设计的合理性、各工序之间的衔接配合、质量检验制度的执行力度，都会影响最终的施工质量。一些项目在施工前未进行充分的技术交底，作业人员对工艺要求理解不到位，操作过程中随意性较大。施工过程中的质量控制若流于形式，压实度检测、厚度检测、平整度检测等关键指标的抽检频率不足或检测方法不规范，就难以及时发现质量问题。作业人员方面，摊铺机操作手、压路机司机、拌和站操作人员的技术水平与责任心，直接关系到各工序的作业质量[3]。经验丰富的操作人员能够根据现场实际情况灵活调整操作参数，新手则容易出现操作不规范的问题。质量管理体系方面，若质量责任制不明确、奖惩机制不健全，作业人员的积极性与责任心就难以调动。部分项目存在重进度轻质量的倾向，为赶工期而简化施工工序，在温度偏低、降雨等不利条件下仍强行施工，导致路面质量下降。

3 沥青路面施工工艺优化策略

3.1 原材料质量控制优化

原材料质量控制应从采购、进场、储存三个环节系统推进。采购环节应优先选择信誉良好、质量稳定的供应商，对沥青、集料、矿粉等主要材料实行统一招标采购，从源头上把控材料品质。对改性沥青等关键材料，还应考察供应商的生产工艺与质量保证体系，必要时进行现场考察。进场检验环节应严格按照规范要求的检验频率与检验项目执行，对每一批次到场材料进行抽样检测，重点核查沥青的针入度、延度、软化点，集料的压碎值、粘附性、级配组成，矿粉的亲水系数等关键指标。对检验不合格的材料坚决清退，不得姑息放行，检验记录应完整存档以备追溯。储存环节应建立规范的材料堆放场地，场地地面硬化处理并设置排水坡度，不同规格的集料分别堆放并设置隔离墙，防止混料与离析；沥青储存罐应配备加温与保温设施，避免沥青长期高温储存导致老化变质。在材料配比设计上，应结合工程所在地的气候特点与交通荷载条件，通过马歇尔试验或 Superpave 设计方法确定最佳沥青用量与矿料级配，使混合料的高温稳定性、低温抗裂性与水稳定性达到均衡。生产配合比确定后还应进行试拌验证，检验拌和均匀性。对交通量大、重载车辆多的路段，可适当采用改性沥青或优化级配类型，提升路面的承载能力与抗变形能力。

3.2 施工温度精准管控

施工温度管控应贯穿拌和、运输、摊铺、碾压全过程，建立温度实时监测与记录制度。拌和站应严格控制拌和温度与出料温度，根据沥青类型与混合料级配设定合理的温度区间，改性沥青的拌和温度通常高于普通沥青，具体数值应通过试拌确定。拌和过程中应定期核查热料仓温度与计量精度，避免温度波动影响混合料均匀性。出料时逐车测量混合料温度，对温度异常的料车予以记录并分析原因，温度偏差超过允许范围的料车不得出场。运输环节应采用篷布全覆盖保温，根据运距长短与气温条件确定合理的运输车辆配置，尽量缩短混合料从出料到摊铺的时间。运距较远时可适当提高出厂温度，但不得超过沥青老化温度

上限。到现场后逐车检测温度，温度低于允许下限的混合料不得使用。摊铺过程中应保持连续稳定作业，摊铺机熨平板提前预热，尽量减少停机待料时间。摊铺速度应与拌和能力匹配，避免因摊铺过慢导致混合料温度下降过快[4]。碾压温度的控制是关键，应根据气温、风速、混合料类型确定初压、复压、终压的温度区间，安排足够数量的压路机紧跟摊铺机作业，在混合料温度降到允许下限之前完成全部碾压工序。在气温偏低或大风天气施工时，应采取缩短运距、增加保温覆盖、加快碾压节奏等措施，减少温度损失。

3.3 碾压工艺优化

碾压工艺优化应从设备配置、碾压组合、作业方式三个方面着手。设备配置上，根据摊铺宽度与混合料类型合理选择压路机的吨位与数量，通常每条摊铺配置至少三台压路机，分别承担初压、复压与终压作业。钢轮压路机用于初压与终压，重型轮胎压路机或振动压路机用于复压，形成功能互补的碾压组合。振动压路机的频率与振幅应根据混合料粒径选择，粗级配混合料采用较高振幅与较低频率，细级配混合料则相反，避免过度振动造成集料破碎。碾压组合方式应通过试验段确定，在正式大面积施工前铺筑试验段，通过不同碾压遍数、不同碾压速度的对比试验，找到达到规定压实度所需的最优碾压参数。试验段还应验证松铺系数与压实厚度的对应关系，为施工厚度控制提供依据。试验段结果经监理与施工单位共同确认后，作为大面积施工的依据。作业方式上，压路机应紧跟摊铺机作业，碾压路段长度控制在合理范围，尽量在混合料温度较高时完成碾压。碾压过程中保持匀速行驶，起步、转向、停车缓慢操作，避免在未冷却的路面上掉头或急刹车。相邻碾压带应保持足够的重叠宽度，纵向重叠三分之一轮宽，横向重叠一米左右，防止出现漏压。碾压顺序遵循由低到高、由边到中的原则，先碾压路面边缘带，再逐步向路中心推进。

3.4 施工管理体系完善

完善施工管理体系是保障沥青路面质量长效稳定的重要支撑。应建立健全质量责任制，明确项目经理、技术负责人、质检人员及各作业班组的质量职责，将质量目标分解落实到具体岗位与个人，形成层层负责的质量管理格局。施工前认真做好技术交底工作，实行分级交底制度，项目技术负责人向施工管理人员交底，施工管理人员向作业班组交底，将施工工艺要求、质量标准、注意事项传达至每一位作业人员，确保操作要求清晰明确。施工过程中严格执行三检制度，即班组自检、工序互检、专职质检，上道工序检验合格后方可进入下道工序，检验记录应及时签署归档。质检人员应具备相应的专业能力与责任心，按照规范要求的频率与方法进行压实度、厚度、平整度、渗水系数等关键指标的检测，检测数据真实完整并及时归档，严禁编造或篡改检测数据[5]。在设备管理方面，定期对拌和站、摊铺机、压路机等主要施工设备进行维护保养，建立设备台账与维修记录，确保设备处于良好工作状态，避免因设备故障导致施工中断或质量下降。建立质量奖惩机制，对施工质量优良的班组给予奖励，对因操作不规范导致质量问题的责任人员进行问责。通过管理体系的系统化运转，使质量控制贯穿施工全过程，从制度上保障沥青路面施工质量。

结束语

综上所述，沥青路面施工质量受原材料品质、施工温度、碾压工艺及现场管理等多重因素的综合影响，各因素之间相互关联、彼此制约。提升施工质量需要从材料源头把控、温度过程管控、碾压参数优化以及管理体系完善多方面协同发力，单一环节改进难以达到理想效果。实际工程中应结合当地气候条件、交通荷载与材料特点制定针对性方案，通过精细化管理与规范化作业，切实提高路面成型质量，延长道路使用寿命。

参考文献

[1] 杨双全. 公路工程沥青路面施工工艺及把控措施研究 [J]. 区域治理,2026,(15):0115-0117.

[2] 高万平. 沥青路面施工质量影响因素及控制技术研究 [J]. 行车指南,2026,(9):0169-0171.

[3] 金闽华. 公路沥青路面施工技术及质量控制措施 [J]. 工程技术研究,2026,11(2):142-144.

[4] 孙青, 俞海桥. 公路工程沥青路面施工平整度控制技术研究 [J]. 时代汽车,2026,(12):178-180.

[5] 许娟. 公路工程中的沥青路面预防性养护技术研究 [J]. 科技与创新,2026,(15):157-159.